Daftar isi

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan”

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) “Spesifikasi *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini” merupakan SNI baru. Standar ini bertujuan untuk memberikan acuan kepada investor/produsen dari sisi bahan, desain/dimensi dan kontruksi dalam pengembangan/pabrikasi unit *gasifier fixed bed* skala mini sebagai penghasil gas mampu bakar.

SNI mengenai “Spesifikasi *Gasifier* Batubara *Fixed bed* Skala mini”, ini disusun oleh Komite Teknis 27-03, Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan melalui prosedur perumusan standar dan dibahas dalam Forum Konsensus pada tanggal 18 Oktober 2017 di Bekasi dan dihadiri oleh wakil-wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi terkait lainnya.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 29 Januari 2018 sampai dengan 30 Maret 2018 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan”

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Pendahuluan

Gasifier batubara *fixed bed* skala mini adalah teknologi konversi batubara menjadi gas mampu bakar (CO, H_2 dan CH_4) dengan metode *fixed bed*. Pemanfaatan teknologi tersebut diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap kebutuhan energi masyarakat skala kecil terutama sebagai pengganti bahan bakar minyak.

Seluruh komponen *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini sudah dapat diproduksi secara lokal. Sehingga diharapkan SNI ini dapat mendorong industri dalam negeri di bidang gasifikasi batubara *fixed bed* skala mini.

Spesifikasi *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan spesifikasi teknis yang harus dipenuhi oleh *gasifier fixed bed* skala mini tipe *updraft* sebagai penghasil gas mampu bakar. Penetapan persyaratan spesifikasi teknis ini meliputi, persyaratan dimensi utama, unjuk kerja minimum *gasifier fixed bed* skala mini, persyaratan bahan baku, dan persyaratan minimum produk gas mampu bakar hasil gasifikasi. Selain itu standar ini juga menetapkan istilah dan definisi dalam lingkup spesifikasi *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini.

Adapun rancangan *gasifier* dan metode pengujian hasil gasifikasi akan dibahas pada standar yang lain.

2 Acuan normatif

SNI 8486:2017, Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini

ASTM D36:2006, *Standard Specification for Carbon Structural Steel*

ASTM D1857:2017, *Standard Test Method for Fusibility of Coal and Coke Ash*

ASTM D3172:2013, *Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*

ASTM D3173:2011, *Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke*

ASTM D3174:2012, *Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal*

ASTM D3175:2011, *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke*

ASTM D4239:2014, *Standard Test Method for Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke Using High-Temperature Tube Furnace Combustion*

ASTM D5373:2016, *Standard Test Methods for Determination of Carbon, Hydrogen and Nitrogen in Analysis Samples of Coal and Carbon in Analysis Samples of Coal and Coke*

ASTM D5865:2013, *Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke*

3 Istilah dan definisi

3.1
gas mampu bakar
gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi batubara dengan komponen gas utama CO dan H_2

3.2
gasifikasi batubara
proses mengkonversi batubara menjadi gas terutama karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H_2) dengan menggunakan reaktan udara, atau oksigen (O_2) atau, uap air atau CO_2 atau campuran gas-gas tersebut dalam suatu reaktor gasifikasi

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

3.3
gasifikasi batubara *fixed bed*
proses gasifikasi dimana kontak antara batubara dengan reaktan dilakukan dengan sistem *fixed bed*

3.4
gasifikasi batubara *fixed bed* skala mini
gasifikasi *fixed bed* dengan umpan batubara di bawah 50 kg/jam

3.5
grid
plat berlubang yang berada diantara ruang gasifikasi/reaktor dan ruang abu

3.6
handhole
lubang pembakaran awal yang terletak pada dinding bawah ruang gasifikasi

3.7
nozzle
lubang-lubang penghantar udara yang mengelilingi poros pipa

3.8
***outlet* gas**
lubang keluaran produk gas hasil proses gasifikasi

3.9
pelindung panas
lapisan untuk mengisolasi panas pada dinding ruang gasifikasi/reaktor

3.10
pengumpan/*hopper*
tempat/jalur masuknya bahan bakar padat menuju ruang gasifikasi/reaktor yang dilengkapi dengan penutup kedap

3.11
reaktor gasifikasi
ruang tempat berlangsungnya proses gasifikasi

3.12
ruang abu/*ash chamber*
ruang penampungan abu sementara sisa proses gasifikasi

3.13
udara stoikiometri
hasil perhitungan perbandingan kuantitatif udara sebagai reaktan dan udara yang terkandung pada produk (batubara) dalam persamaan kimia

3.14
umpan batubara
umpan berupa batubara yang masuk melalui lubang pengumpan untuk menuju ruang gasifikasi/reaktor

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

3.15
updraft
tipe *gasifier* dengan proses aliran udara primer dari bagian bawah unggun, gas hasil proses gasifikasi akan mengalir ke atas melewati unggun. Umpan bahan baku gasifikasi dimasukkan ke dalam reaktor melalui lubang/pintu masukan atas

4 Simbol/notasi, satuan dan singkatan

Simbol	Deskripsi
a.d.b.	*air dried basis*
kcal	kilo kalori
kW	kilo Watt
kg	kilo gram
mm	mili meter
L/min	liter per menit
kPa	kilo Pascal
D	diameter gasifier

5 Komponen dan perlengkapan *gasifier*

5.1 Komponen *gasifier*

Gasifier fixed bed skala mini terdiri atas komponen utama berupa reaktor gasifikasi dengan dimensi D (diameter *gasifier*) yaitu 200 mm sampai 500 mm, dengan kapasitas 10 kg/jam sampai 50 kg/jam. *Gasifier fixed bed* skala mini memiliki dimensi yang dilengkapi dengan peralatan pendukung seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1 - Komponen *gasifier*

No	Komponen	Dimensi		
		Diameter minimal	Tinggi	Tebal pelat (mm)
1	Reaktor gasifikasi, Tipe ruang gasifikasi: *updraft*	1D	2,5 - 3D	5
2	Ruang abu/*Ash chamber,*	1D	0,5 - 1D	5
3	Pengumpan/*Hopper*		1,5D	3
4	*Grid*	1D	0,1D	10
5	*Nozzle*	0,1D	0,25D	3
6	*Handhole*	0,3D	0,3D	3
7	Pipa *outlet* gas	0,3D	-	3

5.1.1 *Inlet* batubara

Inlet atau pintu pengumpan batubara merupakan bagian dari pengumpan/*hopper* menghadap ke atas dengan ukuran minimal 0,25 kali luas permukaan yang dilengkapi dengan pintu serta pengaman kebocoran gas.

5.1.2 *Outlet* gas

Outlet gas yang merupakan tempat keluar gas dihasilkan berada pada dinding bagian atas *gasifier* atau reaktor dengan jarak ke pusat *outlet* 100 mm ditambah diameter pipa *outlet.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

5.1.3 *Handhole*
Handhole terletak pada dinding bagian bawah *gasifier* atau reaktor dengan jarak kurang lebih 200 mm dan dilengkapi dengan pintu kedap gas.

5.1.4 *Nozzle*
Nozzle berfungsi untuk mendistribusikan udara ke dalam reaktor. *Nozzle* ini dilindungi oleh penutup berupa payung agar *nozzle* tidak tersumbat oleh abu maupun batubara bubuk. Karena bersentuhan langsung dengan api, komponen ini lebih cepat korosif dibandingkan dengan komponen lainnya pada *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini sehingga berpotensi lebih sering diganti.

5.1.5 *Grid*
Grid berfungsi untuk mengatur pembuangan abu dan menahan unggun batubara. Jika kapasitas gasifier cukup besar dapat menggunakan grid berputar untuk mempermudah pengeluaran abu dan meratakan proses gasifikasi.

5.1.6 Pelindung panas
Pelindung panas berfungsi sebagai isolator atau jaket (*water jacket*) selain untuk mengurangi kehilangan panas pada proses gasifikasi juga untuk menjaga dinding reaktor dari proses oksidasi dan keamanan operator. Namun penggunaan pelindung panas ini menjadi optional tergantung kapasitas dan peruntukan *gasifier*.

5.1.7 Reaktor gasifikasi
Reaktor gasifikasi merupakan bagian dari gasifier berbentuk silinder yang berfungsi sebagai ruang untuk mengkonversi bahan bakar padat menjadi gas melalui tahapan pengeringan, pirolisis reduksi dan pembakaran.

5.1.8 Pengumpan/*Hopper*
Pengumpan/*hopper* merupakan bagian *gasifier* yang berada di bagian atas reaktor berbentuk piramida terbalik yang mampu menampung minimal 0,50 kali kapasitas *gasifier* yang berfungsi sebagai pengumpan/jalur masuknya bahan bakar padat menuju reaktor gasifikasi yang dilengkapi dengan *water seal* (lajur air) dan penutup.

5.2 Persyaratan material *gasifier*

Material yang digunakan untuk pembuatan *gasifier* skala mini memenuhi persyaratan spesifikasi seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2 - Persyaratan material *gasifier*

No	Komponen	Spesifikasi material
1	Reaktor gasifikasi Bagian dalam Bagian luar (*water jacket*)	 Pelat baja karbon sesuai ASTM D36 Pelat baja karbon sesuai ASTM D36
2	Ruang abu/*Ash chamber* Bagian dalam Bagian luar (*water jacket*)	 Pelat baja karbon sesuai ASTM D36 Pelat baja karbon sesuai ASTM D36
3	Pengumpan/*Hopper*	Pelat baja karbon sesuai ASTM D36
4	*Grid*	Baja SS 304
5	*Nozzle*	Baja SS 304
6	*Handhole*	Pelat baja karbon sesuai ASTM D36

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

5.3 *Setting blower*

Blower yang digunakan untuk memasukkan udara pereaksi ke ruang bakar dengan laju alir udara minimal 0,3 kali dari jumlah udara stoikiometri pembakaran batubara, dan dengan mempertimbangkan kapasitas *gasifier*. Contoh, dengan kapasitas 50 kg batubara maka dapat digunakan *blower* dengan debit aliran minimal 450 L/min.

5.4 Perlindungan karat

Selama pengiriman dan penyimpanan unit *gasifier fixed bed* skala mini, semua komponen logam harus terlindung dari karat.

5.4.1 Perlindungan sementara

- Permukaan *gasifier fixed bed* skala mini dilumuri oleh bahan yang dapat menghambat korosi dan tidak merusak *seal* karet;
- Komponen mur, baut, *ring*, dsb. dilumuri gemuk dan dilapisi kertas tahan air;
- Bagian luar *gasifier fixed bed* skala mini dibungkus dengan plastik untuk menahan air dan goresan;
- Unit *gasifier fixed bed* skala mini dikemas dalam peti, menggunakan bantalan kayu atau karet, atau bahan sejenisnya untuk melindungi *gasifier fixed bed* skala mini terhadap benturan selama pengangkutan.

5.4.2 Pengecatan *housing*

- Permukaan yang akan dilapis cat anti karat harus bersih dari karat, lemak, dan kotoran lainnya yang berpengaruh terhadap pelekatan bahan cat.
- Pembersihan permukaan logam tidak boleh menggunakan bahan kimia yang akan merusak sifat metalurgi permukaan logam.
- Pengecatan bagian dalam *housing* yang kena air, minimal dilakukan tiga lapis cat anti-karat. Permukaan luar *housing* menggunakan cat *top coating* yang tahan terhadap gemuk (*grease*) dan pelumas.

6 Bahan baku

6.1 Kuantitas batubara umpan

Kapasitas batubara *gasifier* skala mini seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 - Kapasitas batubara *gasifier* skala mini

Tipe alat	Kapasitas (Umpan)
Gasifier skala mini	(10 sampai 50) kg/jam

6.2 Mutu batubara umpan

Batubara yang digunakan untuk operasional *gasifier fixed bed* skala mini harus memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 - Persyaratan mutu batubara

No	Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kadar air [a]	≤ 20	%	a.d.b.
2	Kadar abu [b]	≤ 15	%	a.d.b.
3	Zat terbang [c]	≤ 30	%	a.d.b.
4	Karbon padat [d]	≥ 54	%	a.d.b.
5	Karbon [e]	≥ 58	%	a.d.b.
6	Hidrogen [e]	≥ 2,5	%	a.d.b.
7	Nitrogen [e]	≤ 0,7	%	a.d.b.
8	Oksigen [e]	≤ 26	%	a.d.b.
9	Sulfur [f]	≤ 1	%	a.d.b.
10	Nilai kalor [g]	≥ 5.200	kkal	a.d.b.
11	AFT [h]	> 1.300	-	-
12	Ukuran batubara	20 sampai 50	mm	-

Keterangan:
a Metode pengujian merujuk pada ASTM D3173:2011
b Metode pengujian merujuk pada ASTM D3174:2012
c Metode pengujian merujuk pada ASTM D3175:2011
d Metode pengujian merujuk pada ASTM D3172:2013
e Metode pengujian merujuk pada ASTM D5373:2016
f Metode pengujian merujuk pada ASTM D4239:2014
g Metode pengujian merujuk pada ASTM D5865:2013
h Metode pengujian merujuk pada ASTM D1857:2017

7 Unjuk kerja dan kehandalan *gasifier fixed bed* skala mini

Unjuk kerja dan kehandalan *gasifier fixed bed* skala mini bergantung pada parameter uji sebagai berikut:
1. Dimensi;
2. Uji pengelasan, dilakukan terhadap reaktor (*water jacket);*
3. Uji kebocoran, dilakukan terhadap sambungan antar pelat;
4. Uji mekanis;
5. Uji termal dengan menggunakan *thermo-couple* atau *thermo-gun;*dan
6. Uji proses, meliputi berat batubara, laju alir udara, uji komposisi (kualitatif, kuantitatif); dan
7. Uji efisiensi gasifier.

Prosedur pengujian unjuk kerja dan kehandalan *gasifier fixed bed* skala mini mengacu ke SNI 8486:2017 Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini.

8 Pengoperasian dan pemeliharaan

8.1 Panduan pengoperasian dan pemeliharaan

Harus disediakan buku manual pengoperasian dan pemeliharaan *gasifier fixed bed* skala mini. Isi buku manual minimal terdiri dari:
a. Gambar skema
Berisi tentang informasi gambar skema alat *gasifier*.

b. Daftar komponen dengan foto/gambar,
Berisi tentang informasi daftar komponen yang ada pada *gasifier* dan dimana letaknya, dilengkapi dengan foto dari benda/alat tersebut untuk memudahkan pengguna mengenali benda/alat tersebut.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

c. Cara pengoperasian,
Berisi tentang teknik pengoperasian alat yang terdiri dari: *start up* operasi *gasifier*; *shutdown* operasi *gasifier*; kestabilan operasi *gasifier* dengan memperhatikan parameter *gasifier* antara lain suhu, tekanan, dan aliran udara ke *gasifier*; dan *troubleshooting* pada saat pengoperasian *gasifier*.

d. Cara pemeliharaan,
Berisi tentang cara pemeliharaan *gasifier* yang dapat dilakukan oleh pengguna.

e. Cara perbaikan di lapangan,
Berisi tentang cara perbaikan *gasifier* yang dapat dilakukan oleh pengguna.

f. Cara pelepasan komponen,
Berisi tentang cara pelepasan komponen *gasifier* yang dapat dilakukan oleh pengguna.

8.2 Suku cadang dan perkakas untuk pemeliharaan

Pabrikan harus menyediakan suku cadang utama dan peralatan kerja pemeliharaan dan reparasi seperti misalnya:
a. Pelumas dan gemuk,
b. *Bearing*,
c. Gasket, *o-ring*,
d. Mur, baut, *spanner*,
e. Alat pengisi pelumas (gemuk),
f. Perkakas mekanik dasar, dan
g. Penutup *nozzle.*

8.3 Umur kerja *gasifier*

Gasifier fixed bed skala mini didesain untuk umur kerja (*life time*) minimal 5 tahun, bagian bergerak minimal 2 tahun, dan penutup *nozzle* maksimal 3 bulan.

9 Pabrikasi

9.1 Pabrikasi dan perakitan

Pabrikasi *gasifier fixed bed* skala mini harus dilakukan di perusahaan yang memiliki izin usaha industri atau lembaga berbadan hukum. Pengerjaan setiap komponen unit *gasifier fixed bed* skala mini dilakukan oleh tenaga ahli terlatih dan berpengalaman.

9.1.1 Pemesinan

Proses pembuatan *gasifier fixed bed* skala mini harus dilengkapi dengan proses pemesinan.

9.1.2 Operator mesin

Setiap tahap proses pemesinan harus dilakukan oleh tenaga kerja yang terlatih dan berpengalaman pada pekerjaan tersebut.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

9.1.3 Pengelasan

Pengelasan menggunakan las busur listrik. Pengelasan *runner* dan poros harus memperhatikan pengaruh panas (*heat stress*) terhadap perubahan bentuk dan sifat metalurgi logam.

9.1.4 Perakitan

i. Komponen ruang gasifikasi, pengumpan, *ash chamber*, *grid*, *blower*, dan *handhole*.
ii. *Base frame* harus memberikan toleransi dan kemudahan untuk melakukan penempatan.
iii. *Base frame* harus cukup kuat menahan beban dinamik. Ketebalan material *base frame* minimal 3 mm.

9.2 Uji pabrikasi

Sebelum dikirim atau diserahkan ke pembeli, *gasifier fixed bed* skala mini harus diuji terlebih dahulu sesuai dengan SNI 8486:2017 Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini.
Satu unit gasifier untuk uji pabrikasi yang diambil secara acak dari setiap lot produksi.

9.3 Syarat penandaan

Syarat penandaan dapat dilihat pada Tabel 5.

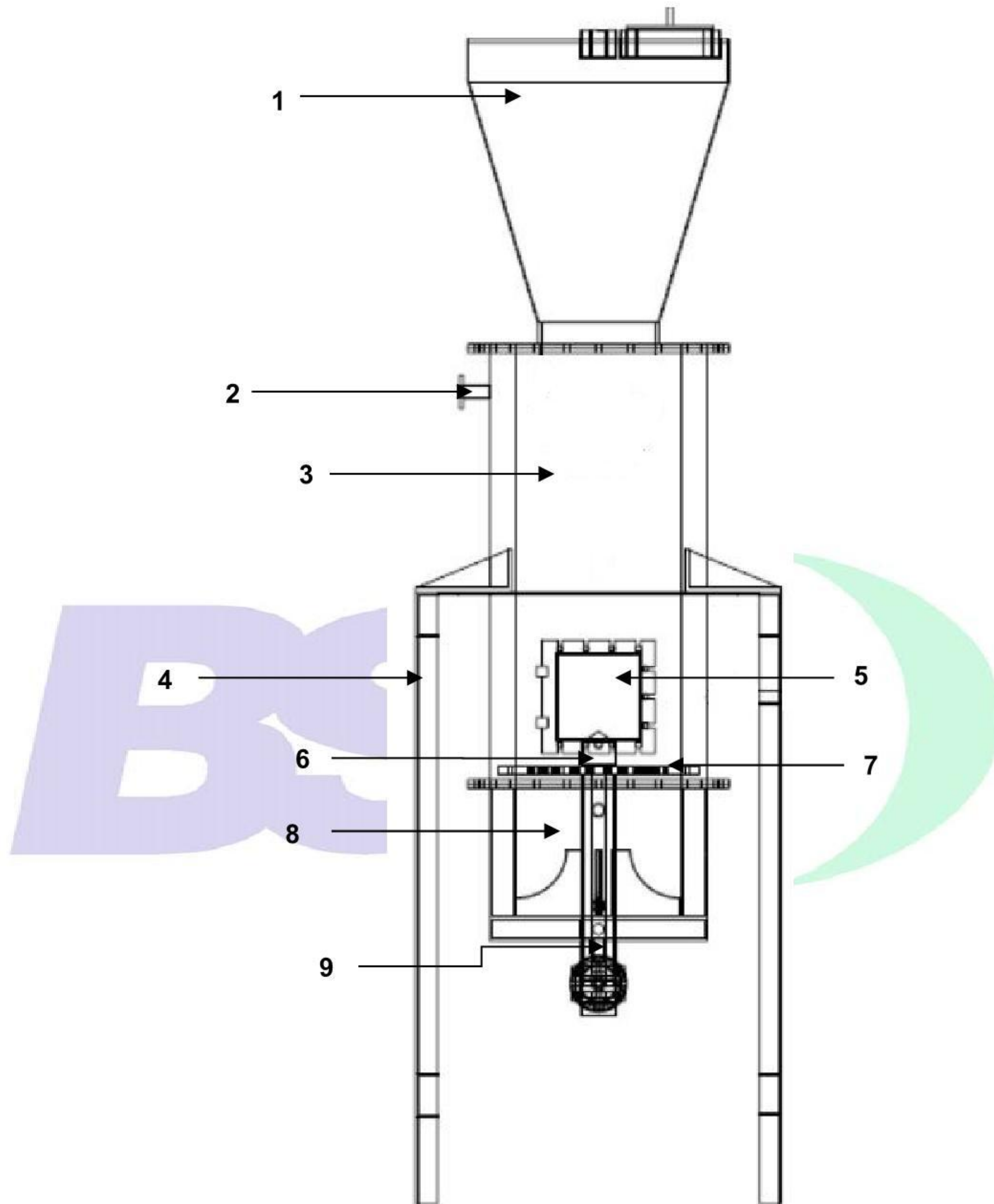
Tabel 5 – Syarat penandaan *gasifier fixed bed* skala mini

Gasifier fixed bed skala mini		
Merek		
Model / tipe	*fixed bed / Up-draft*	
No. Seri		
Pembuat		
Tahun produksi		
Diameter *gasifier*		mm
Tinggi *gasifier*		mm
Debit *blower*		L/min
Kapasitas *gasifier*		kg/jam
Debit gas mampu bakar		Nm^3/s
Efisiensi		%

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan”

Lampiran A
(Informatif)

Ilustrasi *gasifier fixed bed* skala mini

Gambar A.1–Ilustrasi *gasifier fixed bed* skala mini

Keterangan gambar:

1 *Hopper*
2 *Output* gas
3 *Ruang* reaksi *gasifier*
4 *Baseframe*
5 *Handhole*
6 *Nozzle*
7 *Grid*
8 Ruang abu
9 *Input* udara

Bibliografi

[1] SNI 7563:2011, Spesifikasi profil, pelat, dan batang tulangan baja struktural dari baja karbon dan baja paduan rendah kekuatan tinggi, serta pelat baja struktural paduan hasil quen dan temper untuk jembatan

[2] Sofaeti, Yenny. Laporan teknis kegiatan Litbang 2016: Peningkatan *Plant* Implementasi Gasmin. 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Komite Teknis 27-03 Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Ahmad Indra Siswantara

Wakil Ketua *): Martha Relitha S

Sekretaris : Faisal Rahadian

Anggota : Adjat Sudrajat
Tony Susandy
Oo Abdul Rosyid
Widya Adi Nugroho
Sri Rahayu
Yenny Sofaeti
Muhammad Ade Andriansyah Efendi
Ika Monika
Ika Hartika Ismet
Indra Djodikusumo
Sahat Pakpahan
Mochamad Sjachdirin
Bambang Purwatmo
Soeripno Martosaputro
Pahlawan Sagala
Carolus Boromeus Rudationo
Asep Sopandi
Eddy Permadi
Yanda Prakasa
Kharisma Surya Gautama
Harry Indrawan
Dimas Kaharudin
Sentanu Hindrakusuma
Muhammad Nashar

[3] Konseptor rancangan SNI

Komtek 27-03

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Direktorat Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan
Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"